

Helsinki 4.12.2003

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Metso Powdermet Oy
Tampere

Patenttihakemus nro
Patent application no

20021950

Tekemispäivä
Filing date

01.11.2002

Kansainvälinen luokka
International class

B22F

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä monimateriaalikomponenttien valmistamiseksi sekä
monimateriaalikomponentti"

REC'D 08 JAN 2004

WIPO PCT

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista ja tiivistelmästä.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims and abstract originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
P.O.Box 1160
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

MENETELMÄ MONIMATERIAALIKOMPONENTTIEN VALMISTAMISEKSI SEKÄ MONIMATERIAALIKOMPONENTTI

- 5 Keksintö liittyy useammasta eri materiaalista koostuvan monimateriaalikomponentin valmistukseen. Tarkemmin keksintö liittyy monimateriaalikomponentin valmistukseen kuumaisostaattisella puristuksella ja kuumamuokkauksella.

Tausta

- 10 Kulutusta kestävien materiaalien kehityksessä on tyypillisesti vaikeaa yhdistää kulutuskestävyys ja riittävä mekaaninen luotettavuus, erityisesti sitkeys.
- Kulutuskestävyyden lisäämiseksi pyritään tyypillisesti nostamaan kovuutta seostamalla, lämpökäsittelyillä ja muokkaamalla. Usein kulutuskestävyyden lisäämiseksi materiaaliin pyritään tuottamaan lisäksi keraamisia seosainekarbideja, -nitridejä ja karbonitridejä tai muita erittäin kovia kulutuskestävyyttä lisääviä partikkeleita. Kovuuden nosto ja kovien
- 15 partikkelien tuottaminen rakenteeseen alentaa materiaalin sitkeyttä ja lisää riskiä käyttökuormitusten aiheuttamiin murtumiin ja lohkeiluihin.

- Jos monoliittisella, yhdellä materiaalilla saavutettava kulumiskestävyys/sitkeysyhdistelmä ei ole tyydyttävä, on tyypillisesti pyritty valmistamaan erityyppisiä pinnoitteita ja
- 20 yhdistelmärakenteita, joissa vain kappaleen kuluva osa sisältää paikallisesti kulumiskestävyydeltään hyvää mutta hauraampaa materiaalia. Tällöin ei kulutuskestävän materiaalin murtuminen aiheuta vielä koko kappaleen käytöstä poistamista tai vaaratilannetta laitteelle, prosessille tai käyttöhenkilöstölle. Lohkeilu kuitenkin luonnollisesti nopeuttaa kulumista merkittävästi verrattuna normaaliin abrasiiviseen ja eroosiokulumiseen.
- 25 Tyypillisiä tapoja valmistaa yhdistelmärakenteita ovat päällehitsaus, juottaminen, valaminen ja mekaaniset kiinnitykset, kuten esimerkiksi kutistusliitokset.

- Tietyissä olosuhteissa on kuitenkin tarpeen rajoittaa erittäin kovien käyttökuormitusten ja iskujen aiheuttamaan materiaalin irtilohkeilua komponentista. Tämänäyttöisiä sovellutuksia
- 30 ovat mm. vasaramyllyt, jauhinmyllyt, repijät ja iskumurskaimet, joissa kuormitustaajuus on niin suuri, että jos kulumismuoto muuttuu lohkeiluksi, tapahtuu kulumiskestävän materiaalin aineenpoistuminen liian nopeasti.

Eräitä tapoja vaikuttaa edellä mainituntyyppisessä tilanteessa kulumisnopeuteen on käyttää pinnoituksessa pieniä kulutuspaloja, jotka juotetaan tai liimataan perusaineen kuluvalle alueelle. Tällainen menetelmä on kuitenkin kallis ja vaatii paljon esivalmisteluja.

- 5 Mekaaniseen liittämiseen liittyvät samat ongelmat, liitettävien kappaleiden esivalmistelu ja liittäminen on kallista ja nostaa merkittävästi komponenttien valmistuskustannuksia.

Keksinnön kuvaus

- Keksinnön mukaisessa menetelmässä tuotetaan materiaali siten, että rakenne muodostuu mikroskooppisesti kulutuskestävästä materiaalista (A) ja sitkeästä, mekaanisesti kestävästä materiaalista (B), joka rajoittaa erittäin kovissa kuormitus tilanteissa kappaleen pinnasta irtoavien metallikappaleiden kokoa ja estää makroskooppiset, katastrofaaliset murtumat. Sitkeyttä parantava materiaali (B) on sijoitettu kulutuskestävään materiaaliin siten, että suhteessa käyttökuormituksiin saavutetaan maksimaalinen etu tai toisaalta kulutuskestävyyttä alentava vaikutus on pienin mahdollinen.

15

Sitkeä, mekaanisesti kestävä materiaali (B) voi olla rakenteessa kuituna, levynä tai sellaisena kennomaisena rakenteena, joka ympäröi kovasta materiaalista (A) olevia alueita.

- Kuitumaiset rakenteet (B) estävät kovan materiaalin (A) lohjetessa sen irtoamisen ja sitovat sen rakenteeseen kiinni mahdollisimman pitkäksi aikaa. Kennomaiset rakenteet toimivat samoin ja lisäksi rajoittavat kuitumaisia rakenteita paremmin suurimman irtilohkeavan palan kokoa. Levymäisiä rakenteita käytettäessä on tarkkaan tunnettava käyttökuormitusten orientaatio, jotta voidaan välttää kovan materiaalin lohkeaminen pituussuunnassa sitkeiden levymateriaalien välistä tai rajapintoja pitkin.

- 25 Keksinnön mukaisella kulutusosamateriaalilla saavutetaan parempi kulutuskestävyyden ja sitkeyden yhdistelmä kuin mitä voidaan saavuttaa käyttämällä puhdasta yhtä kulumiskestävää materiaalia. Lisäksi materiaalien (A) ja (B) valinnalla sekä kokojakaumalla voidaan tuottaa haluttu yhdistelmä kulumiskestävyyttä ja sitkeyttä eri sovellutuksiin ja vaikuttaa kulutusosan lohkeilu- ja kulumiskäyttäytymiseen.

30

Täsmällisemmin keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa, sekä keksinnön mukaiselle komponentille se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 6 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukainen valmistusmenetelmä koostuu seuraavista vaiheista:

- I. Ohutlevystä valmistetaan muotti, johon sijoitetaan sitkeyttä lisäävää materiaalista (B) valmistettua kiinteätä materiaalia ja metallipulveri (A), joka on jotain kulumiskestävää materiaalia. Metallipulveri (A) voi olla joko yhtä esiseostettua metallipulveria tai eri metalli- ja/tai keraamipulverien sekoitetta.
- II. Aihio tiivistetään paineen ja lämpötilan avulla niin tiiviiksi, että se voidaan kuumamuokata ja saavuttaa siten haluttu lopputiiveys ja reduktio sekä materiaalien (A) ja (B) jakauma.
- III. Kuumamuokatulle aihiolle tehdään tarvittavat jälkikäsittelyt, kuten koneistus ja lämpökäsittelyt, materiaalien (A) ja (B) vaatimusten mukaisesti.
- IV. Jälkikäsitelty kulutusta kestävä materiaali liitetään juottamalla, mekaanisesti, liimaamalla tai hitsaamalla komponentin haluttuun kohtaan.

15

Vaiheessa I muottiin asetettavien materiaalista (B) olevien aihoiden koko ja määrä valitaan siten, että muokkauksen jälkeen sen kokojakauma on käyttökohteen vaatimusten kannalta sopiva. Materiaalin valinnassa on lisäksi huomioitava se, että materiaalien (A) ja (B) valmistuksessa käytettävät parametrit (tiivistys, kuumamuokkaus, lämpökäsittely) sopivat molemmille materiaaleille. Materiaalien (A) ja (B) rajapinnalle ei saa myöskään muodostua liian hauraita mikrorakenteita, jolloin vältetään materiaalin (B) halkeilu käyttökuormitusten aikana irti materiaalista (A), mikä alentaa materiaalin sitkeyttä. Tämä on erityisen haitallista, jos käytetään levymäisiä sitkistäviä materiaaleja (B) ja kuormitusorientaatio on sellainen, että lohkeilu saattaa tapahtua materiaalien (A) ja (B) välistä rajapintaa pitkin. Lisäksi materiaalien (A) ja (B) lämpölaajenemiskertoimet eivät saa poiketa liika toisistaan, koska silloin rakenteeseen muodostuu materiaalien (A) ja (B) välille korkeita jäännösjännityksiä, jotka saattavat lisätä lohkeiluherkkyyttä tai edesauttaa väsymismurtumien muodostumista.

20

25

30

Sitkeyttä lisäävä materiaali (B) voidaan asettaa muottiin joko tankona, levynä tai kennorakenteena, riippuen mikrorakenteen jakaumasta, joka halutaan saavuttaa kuumamuokkauksen jälkeen. Tietyissä tilanteissa, riippuen tuotteen geometriasta ja halutusta sitkeän materiaalin (B) jakaumasta, saattaa olla edullisinta lisätä sitkeää materiaali (B) myös pulverimuodossa tai esitiivistettynä materiaalina. Pulverimuodossa lisäys saattaa

olla edullisinta esimerkiksi valmistettaessa tuotteita, joissa sitkeä materiaali muodostaa levymäisiä sitkistäviä rakenteita materiaaliin. Esitiivistystä on edullista käyttää, jos halutaan välttää tiivistyksen aikana täysin tiiviin sitkeän materiaalin (B), joka ei muuta mittojaan tiivistyksessä, ja pulverimaisen ympäröivän kovan aineen (A) käyttäytymisestä johtuvia eroja. Tällöin käyttämällä esitiivistettyä materiaalia (B), voidaan materiaali helposti asettaa muottiin ja toisaalta materiaalin sisältämän huokoisuuden vuoksi siinä tapahtuu tiivistymisen aikana jonkin verran kutistumista, mikä helpottaa koko aihion muodonmuutosten hallintaa.

10 Pulverimateriaali (A) voi olla joko esiseostettua pulveria tai useamman eri metalli- ja/tai keraamipulverin sekoite, jolla voidaan halutussa käyttökohteessa saavuttaa tavoitteena olevat ominaisuudet. Samoin kuin sitkeän materiaalin (B) tapauksessa, voidaan kova materiaali (A) lisätä muottiin esitiivistettynä tai jopa tiivistettynä materiaalina, jos se tuotteen geometriasta tai halutusta jakaumasta johtuen on edullisinta.

15 Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävä sitkeä materiaali (B) on rautapohjaista materiaalia eli materiaalia, jonka rautapitoisuus on yli 50 painoprosenttia.

20 Materiaalin tiivistäminen kuumamuokattavuuden saavuttamiseksi voidaan suorittaa esimerkiksi sintraamalla tai parhaiten hyvin tunnetulla kuumaisostaattisella puristuksella. Käytettäessä kuumaisostaattista puristusta saavutetaan täydellinen tiivistyminen ja paras kuumamuokattavuus ja tällöin kuumamuokkausmenetelmän valintaan on eniten vapauksia. Sintrausta käytettäessä ei saavuteta yhtä hyvää tiiveyttä, jolloin kuumamuokkaukseen on käytettävä menetelmiä, jotka sallivat huonomman kuumamuokattavuuden, kuten

25 esimerkiksi kuumapursotus. Kuumaisostaattisesti puristetulle materiaalille voidaan käyttää mm. kuumavalssausta, säteittäistaontaa tai avotaontaa. Kuumamuokkauksen reduktion valinnalla voidaan vaikuttaa materiaalien (A) ja (B) jakaumaan.

30 Kuumamuokatusta materiaalista irrotetaan ahiot liitettäväksi kulutuskestävään komponenttiin ja sille tehdään tarvittavat jälkikäsittelyt ennen liittämistä. Tietyissä tapauksissa kappaleet voidaan liittää hitsaamalla tai kuumaisostaattisella puristuksella komponenttiin ja liittämisen jälkeen suoritetaan esimerkiksi lämpökäsittely koko tuotteelle.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä esiaihoita kuumamuokataan vähintään kuumamuokkausasteella 2. Muokkausaste määritetään aihion alkuperäisten ja kuumamuokkauksen jälkeisten poikkipinta-alojen suhteista.

- 5 Vaihtoehtoisesti voidaan materiaali valmistaa myös yhdessä tiivistysvaiheessa, jos se kappaleen valmistuskustannusten ja laadun kannalta on edullisinta. Esimerkiksi käytettäessä kuumaisostaattista puristusta voidaan kapseliin rakentaa sitkeästä materiaalista (B) haluttu rakenne ja täyttää muotin lopputila kovalla materiaalilla (A), jolloin kuumaisostaattisen puristuksen jälkeen saavutetaan suoraan haluttu rakenne ja materiaalien (A) ja (B) jakauma.
- 10 Tämä vaihtoehto on edullisin tilanteissa, joissa kovan materiaalin (A) ja sitkeän materiaalin (B) jakauma on suhteellisen karkea, esimerkiksi käytettäessä kuitumaisia sitkeitä materiaaleja, jos kuitujen välimatka on yli 15 mm.

- Keksinnön mukaisessa menetelmässä voivat kulumiskestävä materiaali (A) ja sitkeä materiaali (B) olla ennen esiaiheen valmistuksen tiivistysvaihetta pulverimuodossa, osittain kiinteitettyjä tai täysin kiinteitä.
- 15

- Eräs keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävä kulutuskestävä materiaali (A) on edullisesti rautapohjaista materiaalia, rautapitoisuus yli 50 painoprosenttia, tai jonkin rautapohjaisen materiaalin ja enintään 30 painoprosenttia metallista sideainetta sisältävän keraamin (karbidi, oksidi, nitridi, boridi) yhdistelmä, jonka materiaalin kovuus on yli HRC 35, edullisesti yli HRC 50.
- 20

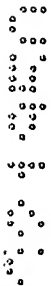
- Eräs keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävä sitkeä materiaali (B) on edullisesti rautapohjaista tai nikkelpohjaista, nikkelpitoisuus yli 50 painoprosenttia, materiaalia, jonka materiaalin kovuus on alle HRC 35, edullisesti alle HRC 25.
- 25

- Eräs keksinnössä käytettävä kulutuskestävä materiaali (A) on edullisesti valmistettu pulveriraaka-aineesta, jonka pulverisekoituksen rautapohjaisen metallisen pulverin kemiallinen koostumus painoprosentteina on C 0,5-3,5, Cr 0,5-15, Mo 0-5, Mn < 2, Si < 2 ja karbideja muodostavien seosaineiden V, Nb, Ti ja W osuus on yhteensä 3-20 painoprosenttia. Lisäksi pulverisekoitteessa on enintään 50 painoprosenttia
- 30

keraamipartikkeleita, joissa on enintään 30 painoprosenttia sideainetta. Loppuosa pulverista on epäpuhtauksia tai eri seosaineiden jäännösmääriä.

Keksinnön mukaisella menetelmällä aikaansaadaan muokkausaihio

- 5 monimateriaalikomponentille, jossa sitkeä materiaali (B) muodostaa olennaisesti yhtenäisen muokkausaihion pituussuuntaisen rakenteen, jonka osuus poikki-pinta-alasta on 10-50 tilavuusprosenttia. Valmiissa monimateriaalikomponentissa sitkeän materiaalin yksittäisen kuidun poikkipinnan pinta-ala on edullisesti keskimäärin yli 1 mm^2 ja minimimitta yksittäisen kuidun poikkipinnassa tai kennomaisen rakenteen seinämävahvuudessa
- 10 edullisesti yli 0,5 mm ja kovan materiaalin (A) kovuus lämpökäsiteltynä on edullisesti vähintään HRC 40. Lisäksi sitkeän materiaalin (B) tilavuusosuus monimateriaalikomponentista on edullisesti 20-40 tilavuusprosenttia.



PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä monimateriaalikomponenttien valmistamiseksi siten, että materiaalissa on sitkeätä rautapohjaista ($\text{Fe} > 50$ painoprosenttia) materiaalia (B) halutulla jakaumalla kovan, 5 kulumista kestävästä materiaalin (A) kanssa, **tunnettu** siitä, että
- valmistetaan esiaihiot sitkeästä materiaalista (B) ja kovasta materiaalista (A) kuumaisostaattisella puristuksella olennaisesti tiiviiksi ahioksi,
 - esiaihiot kuumamuokataan vähintään muokkausasteella 2 siten, että saavutetaan haluttu jakauma sitkeästä materiaalista (B) ja kovasta materiaalista (A), ja muokkausaste 10 määritetään aihion alkuperäisten ja kuumamuokkauksen jälkeisten poikkipinta-alojen suhteista.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kulutuskestävä materiaali (A) ja sitkeä materiaali (B) ovat ennen esiaihiot valmistuksen tiivistysvaihetta 15 joko pulverimuodossa, osittain kiinteitettyjä tai täysin kiinteitä.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kulutuskestävä materiaali (A) on rautapohjaista materiaalia ($\text{Fe} > 50$ painoprosenttia) tai jonkin 20 rautapohjaisen materiaalin ja enintään 30 painoprosenttia metallista sideainetta sisältävän keraamin (karbidi, oksidi, nitridi, boridi) yhdistelmä, jonka materiaalin kovuus on yli HRC 35, edullisesti yli HRC 50.
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1-3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sitkeä materiaali (B) on rautapohjaista ($\text{Fe} > 50$ painoprosenttia) tai nikkelpohjaista ($\text{Ni} > 50$ 25 painoprosenttia) materiaalia, jonka materiaalin kovuus on alle HRC 35, edullisesti alle HRC 25.
5. Jonkin patenttivaatimuksista 1-4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kulutuskestävä materiaali (A) on valmistettu pulveriraaka-aineesta, jonka pulverisekoituksen rautapohjaisen 30 ($\text{Fe} > 50$ painoprosenttia) metallisen pulverin kemiallinen koostumus painoprosentteina on C 0,5-3,5, Cr 0,5-15, Mo 0-5, Mn < 2 , Si < 2 ja karbideja muodostavien seosaineiden V, Nb, Ti ja W osuus on yhteensä 3-20 painoprosenttia, ja pulverisekoitteessa on enintään 50 painoprosenttia keraamipartikkeleita, joissa keraamipartikkeleissa on enintään 30

painoprosenttia metallista sideainetta, ja loppu on epäpuhtauksia tai eri seosaineiden jäännösmääriä.

6. Monimateriaalikomponentti, joka komponentti koostuu ainakin sitkeästä rautapohjaisesta
 5 (Fe > 50 painoprosenttia) materiaalista (B) sekä kulumista kestävästä materiaalista (A),
tunnettu siitä, että
- sitkeä materiaali (B) muodostaa olennaisesti yhtenäisen muokkausaihion
 pituussuuntaisen rakenteen, jonka osuus poikkipinta-alasta on 10-50 tilavuusprosenttia,
 - sitkeän materiaalin (B) yksittäisen kuidun poikkipinnan pinta-ala on keskimäärin yli 1
 10 mm² ja minimimitta yksittäisen kuidun poikkipinnassa tai kennomaisen rakenteen
 seinämänvahvuudessa on yli 0,5 mm, ja
 - kovan materiaalin (A) kovuus lämpökäsiteltynä on vähintään HRC 40.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen monimateriaalikomponentti, **tunnettu** siitä, että sitkeän
 15 materiaalin (B) tilavuusosuus komponentista on 20-40 tilavuusprosenttia.



L 3

TIIVISTELMÄ

Keksinnön kohteena on menetelmä monimateriaalikomponenttien valmistamiseksi sitkeästä materiaalista (B) ja kulumista kestävästä materiaalista (A), jossa menetelmässä valmistetaan esiaihi sitkeästä materiaalista (B) ja kovasta materiaalista (A) kuumaisostaattisella puristuksella olennaisesti tiiviiksi aihiksi ja esiaihi kuumamuokataan vähintään muokkausasteella 2 siten, että saavutetaan haluttu jakauma sitkeästä materiaalista (B) ja kovasta materiaalista (A). Lisäksi keksintö käsittää menetelmällä valmistetun monimateriaalikomponentin.

L 4

SAMMANDRAG

Uppfinningen avser ett förfarande för tillverkning av mångmaterialkomponenter av ett segt material (B) och ett slitstarkt material (A), i vilket förfarande ett förämne tillverkas av det sega materialet (B) och det slitstarka materialet (A) med varmisostatisk pressning till ett väsentligen tätt ämne och förämnet varmbearbetas med minst bearbetningsgrad 2 så, att önskad fördelning av det sega materialet (B) och det slitstarka materialet (A) uppnås. Uppfinningen omfattar också en med förfarandet tillverkad mångmaterialkomponent.